

## BAB II

### TINJAUAN PUSTAKA

#### 2.1 Malondialdehyde (MDA) sebagai Biomarker Peroksidasi Lipid

##### 2.1.1 Biomarker

Istilah “biomarker” yaitu gabungan kata dari “*biological marker*” mengacu pada luasnya sub katagori dari tanda medis, yaitu indikasi medis secara objektif yang diobservasi diluar pasien, yang dapat diukur secara akurat. Pada tahun 1998, National Institutes of Health mendefinisikan biomarker sebagai karakteristik yang objektif yang diukur dan dievaluasi sebagai indikator proses biologis nomal, patologis, atau respon farmakologis dari interfensi terapi. WHO dalam kordinasi PBB dan organisasi buruh internasional, mendefinisikan biomarker sebagai “setiap subtansi, struktur, atau proses yang dapat diukur dalam tubuh atau hasil dari proses tersebut yang mempengaruhi atau memprediksi kejadian hasil atau penyakit” (Strimbu, 2010).

Definisi yang lebih luas tidak hanya laporan tentang insiden dan hasil dari penyakit tapi juga tentang efek perawatan, intervensi, bahkan paparan lingkungan yang tidak diinginkan, seperti bahan kimia dan nutrisi. Dalam laporan mereka tentang validitas sebuah biomarker dalam menilai risiko lingkungan, WHO telah puas dengan definisi biomarker termasuk hampir semua pengukuran yang mencerminkan interaksi antara sistem biologis dan potensi bahaya kimia, fisik, atau biologis. Respon pengukuran secara

fungsi, fisiologi, biokimia di tingkat seluler atau interaksi molekuler (Strimbu, 2010).

Biomarker merupakan suatu karakteristik yang secara obyektif dapat diukur dan dievaluasi sebagai indikator normal terhadap proses biologi, patologi dan respon farmakologi terhadap intervensi terapeutik (Donne et al, 2006).

#### 2.1.2 Peroksidasi Lipid

Peroksidasi lipid adalah sebuah proses kompleks yang diketahui dapat terjadi dalam tumbuhan dan hewan. Hal ini melibatkan pembentukan dan perkembangan lipid radikal, pengambilan oksigen, penataan ulang ikatan ganda dalam lemak tak jenuh dan akhirnya adalah kehancuran membran lipid, dengan produksi dari proses tersebut diantaranya senyawa aldehid (Repotto et al., 2012) dimana Ayala (2014) menyatakan bahwa MDA merupakan senyawa aldehide.

Dalam kondisi patologis oksigen dan nitrogen reaktif dihasilkan lebih banyak daripada kadar normal dan sebagai akibatnya, biologis membran sel dan organel mengalami berbagai jenis kerusakan secara terus-menerus. Mekanisme kerusakan dan toksisitas dari senyawa yang reaktif pada sistem biologis digolongkan kedalam stres oksidatif yang reversibel dan ireversibel (Repotto, 2012). Stres oksidatif didefinisikan suatu keadaan dimana jumlah radikal bebas dalam tubuh lebih tinggi dari jumlah antioksidan (Atiqah, 2014).

Peroksidasi lipid merupakan proses yang bersifat kompleks akibat reaksi asam lemak tak jenuh ganda penyusun fosfolipid membran sel dengan senyawa oksigen reaktif (SOR), membentuk hidroperoksida. SOR ialah senyawa turunan oksigen yang lebih reaktif dibandingkan oksigen pada kondisi dasar (*ground state*). SOR tidak hanya terdiri atas molekul oksigen tanpa pasangan elektron seperti radikal hidroksil ( $\cdot\text{OH}$ ), radikal superoksida ( $\cdot\text{O}_2$ ), dan nitrit oksida ( $\text{NO}\cdot$ ), tetapi juga molekul reaktif yang memiliki elektron berpasangan. Molekul oksigen yang memiliki elektron berpasangan tersebut diantaranya, hidrogen peroksida ( $\text{H}_2\text{O}_2$ ), asam hipoklorous ( $\text{HOCl}$ ), dan anion peroksinitrit ( $\text{ONOO}^-$ ) (Setiawan dan Suhartono, 2007).

### 2.1.3 Malondihaldehyde

Berbagai macam senyawa aldehid yang bisa digunakan untuk mendeteksi produk sekunder dari peroksidasi lipid diantaranya adalah MDA. Hasil dari peroksidasi lipid paling mutagen adalah MDA. Bertahun-tahun MDA digunakan sebagai biomarker peroksidasi lipid dari asam lemak omega-3 dan omega-6 karena mudah bereaksi dengan asam tiobarbiturat (TBA). Test TBA sebagai prediksi dari reaksi TBA dan MDA yang menghasilkan warna merah pada florescent chromogen. Test TBA pertama digunakan oleh ahli kimia makanan untuk mengevaluasi *autoxidative degradation* dari lemak dan minyak. MDA adalah salah satu pertanda yang paling populer dan dapat diandalkan dari stres oksidatif dalam situasi klinis dan karena reaktivitas dan toksisitas MDA tinggi yang mendasari

fakta bahwa MDA ini sangat relevan dengan komunitas biomedis riset (Ayala, 2014).

MDA dapat digunakan sebagai indikator adanya kerusakan akibat radikal bebas. MDA merupakan salah satu biomarker yang paling baik dan dapat diandalkan sebagai pendeteksi stress oksidatif (lipid peroksidase) dan digunakan selama bertahun-tahun (Grotto et.al, 2009).

Oksidasi lipid merupakan hasil kerja radikal bebas yang diketahui paling awal dan paling mudah pengukurannya. Oleh karena itu, reaksi ini paling sering dilakukan untuk mempelajari stres oksidatif. MDA sebagai salah satu produk lipid peroksidasi telah diakui sebagai salah satu penanda biologis stres oksidatif yang reliabel berdasarkan hasil penelitian BOSS (*Biomarker Oxidative Stress Study*) tahun 2002 (Donne et al., 2006).

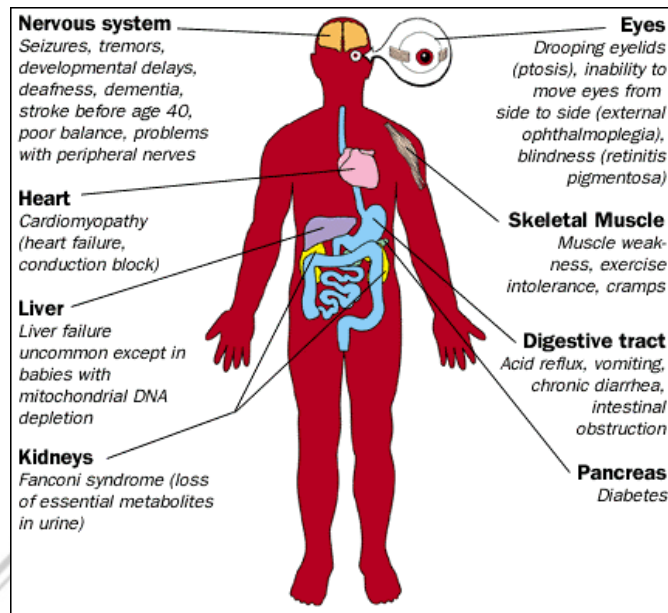
MDA sangat cocok digunakan sebagai biomarker stres oksidatif dikarenakan beberapa alasan, yaitu pembentukan MDA meningkat sesuai dengan stres oksidatif, kadarnya dapat diukur secara akurat dengan berbagai metode yang telah ada, bersifat stabil dalam sampel cairan tubuh yang diisolasi, pengukurannya tidak dipengaruhi oleh variasi diurnal dan tidak dipengaruhi oleh kandungan lemak dalam diet, serta merupakan produk spesifik dari peroksidasi lemak (Donne, 2006).

## 2.2 Karbontetraklorida ( $\text{CCl}_4$ ) sebagai Radikal Bebas

### 2.2.1 Radikal Bebas

Radikal bebas merupakan suatu molekul yang memiliki elektron tidak berpasangan dalam orbital terluarnya sehingga sangat reaktif. Radikal ini cenderung mengadakan reaksi berantai yang apabila terjadi di dalam tubuh akan dapat menimbulkan kerusakan-kerusakan yang berlanjut dan terus menerus. Tubuh manusia memiliki sistem pertahanan endogen terhadap serangan radikal bebas terutama terjadi melalui peristiwa metabolisme sel normal dan peradangan. Jumlah radikal bebas dapat mengalami peningkatan yang diakibatkan faktor stress, radiasi, asap rokok dan polusi lingkungan menyebabkan sistem pertahanan tubuh yang ada tidak memadai, sehingga tubuh memerlukan tambahan antioksidan dari luar yang dapat melindungi dari serangan radikal bebas (Wahdaningsih, 2011).

Radikal bebas adalah molekul yang memiliki elektron tidak berpasangan. Adanya elektron tidak berpasangan menyebabkan molekul ini mempunyai reaktifitas yang tinggi. Radikal bebas merupakan zat perantara yang penting secara alami terlibat dalam sitotoksik, kontrol tonus pembuluh darah, dan neurotransmitter (Das Sarma, 2010). Menurut Mohammed (2015) radikal bebas dapat didefinisikan sebagai molekul yang mampu independen berisi suatu elektron yang tidak berpasangan pada orbital atom. Kebanyakan radikal bebas tidak stabil dan tinggi reaktifitasnya. Radikal bebas ini juga mampu memberi atau menerima elektron dari molekul lain oleh karena itu, radikal bebas berperilaku seperti oksidan atau reduktor.



Gambar 2.1. Kerusakan yang diakibatkan oleh radikal bebas (Das Sarmat et al., 2010)

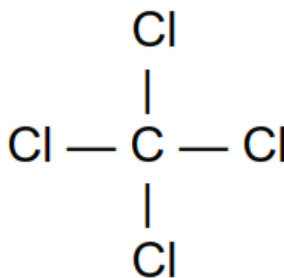
Pembentukan radikal bebas dari beberapa sumber diantaranya:  
(Mohammed et al., 2015)

1. Sistem imun: sel-sel dalam sistem imun sengaja membuat oxy-radikal dan ROS sebagai senjata
2. Produk metabolisme energi, selama pruduk energi tetap lanjut maka sel akan terus menghasilkan oxy-radikal dan ROS sebagai limbah beracun. Dalam satu sel bisa menciptakan berberapa macam radikal bebas
3. Stress: peningkatan tekanan merupakan triger stress dalam tubuh yang mengakibatkan memproduksi radikal bebas
4. Polusi misalnya ozon, produk pembersih, rokok
5. Faktor umum diantanya adalah usia, metabolisme, stres
6. Faktor pola makan misalnya alkohol, kopi

7. Racun, misalnya adalah senyawa  $\text{CCl}_4$  (Carbon tetrachlorida)

8. Obat: bleomycin, adriamycin

### 2.2.2 Karbontetraklorida

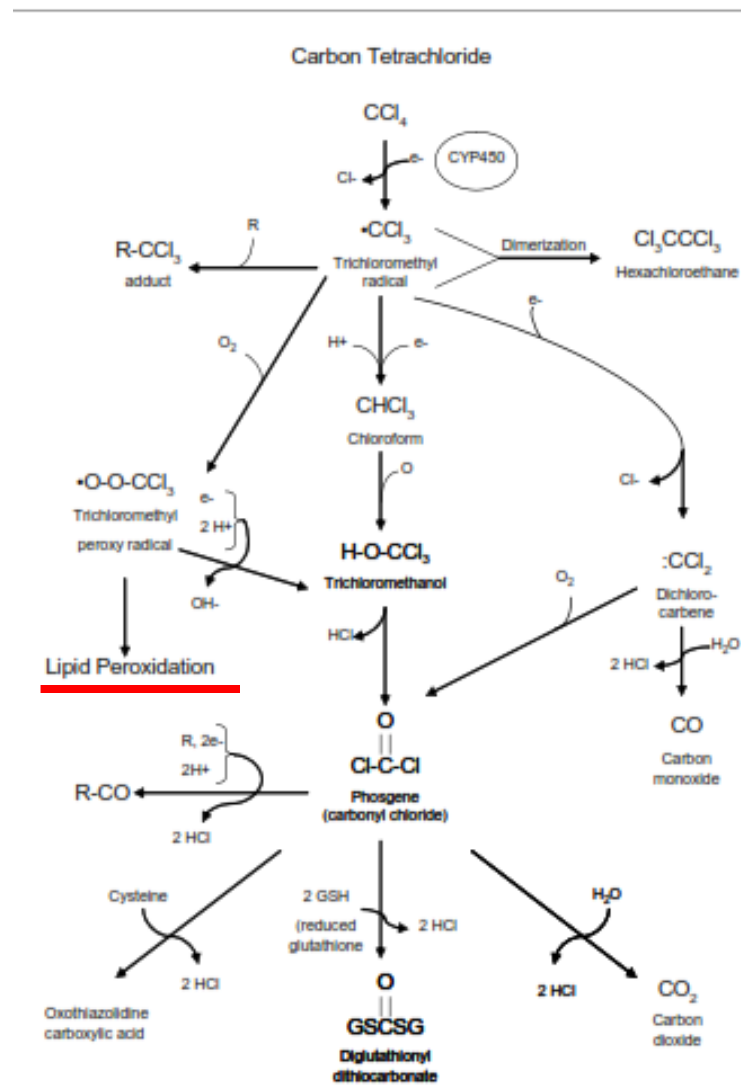


Gambar 2.2 Struktur karbontetraklorida. (U.S. Environmental Protection Agency Washington, DC., 2010)

Karbon tetraklorida ( $\text{CCl}_4$ ) merupakan zat tak berwarna, yang mempunyai berat molekul sebesar 153,8 g/mol, densitas 1,59 g/cm<sup>3</sup> at 20°C. Senyawa ini biasa digunakan sebagai bahan untuk modeling stress oksidatif pada hewan coba (Kim, 2015). Menurut WHO (2004) karbon tetraklorida memiliki rumus molekul  $\text{CCl}_4$ , titik leleh pada -23 °C, titik didih 76,5 °C, densitas 1,594 g/m<sup>3</sup> at 25 °C, memiliki tekanan uap sebesar 15,36 kPa at 25 °C, kelarutan dalam air 785 mg/liter at 20 °C. Batas bau karbon tetraklorida pada air dan udara masing-masing sebesar 0,52 mg/liter dan <6,4 mg/m<sup>3</sup>. Menurut New Jersey Department of Health (2007) sinonim karbon tetraklorida adalah Perklorometana, karbon tet. Nama kimia Methana, tetraklor. Menurut Minnesota Department of Health (2013) karbon tetraklorida juga memiliki nama lain diantaranya tetrachlorometana, karbona, benzinoform, 1,1,1,1-tetrachlorometanna, tetraform, tetrasol.

Karbon tetraklorida digunakan dalam industrial misalnya cat, tinta, plastik, pelarut dalam membersihkan metal, pestisida, pemadam kebakaran (WHO, 2004). Menurut U.S Environmental Protection Agency Washington, DC (2010) (US EPA, 2010) Karbon tetraklorida telah digunakan sebagai pembersih pakaian, pembersih bercak pada kain, pelarut, reagen dalam sintesis bahan kimia, pemadam kebakaran, tapi penggunaan utamanya dalam produksi CFC. Sejak pertengahan tahun 1970-an, penggunaan dan produksi umumnya telah menurun. Komisis keamanan produk konsumen melarang penggunaan karbon tetraklorida dalam produk konsumen tahun 1970. Penurunan penggunaan karbon tetraklorida juga disertai regulasi US EPA dalam penggunaan CFC (larangan CFC di aerosol produk yang diberakukan tahun 1978). Larangan produksi dan impro karbon tetraklorida dikembangkan beberapa negara, termasuk Amerika Serikat, mulai diberlakukan pada tanggal 1 januari 1996 (US EPA, 2010).





Gambar 2.3 Proses metabolisme karbon tetraklorida (US EPA, 2010)

Proses metabolisme karbon tetraklorida terutama dalam hati tetapi juga di dalam ginjal, paru dan jaringan lain yang mengandung enzim sitokrom P450 (CYP450). Metabolisme karbon tetraklorida ini telah diteliti secara in vivo dan in vitro di sistim mamalia menunjukan bukti yang cukup bahwa awal biotransnformasi karbon tetraklorida adalah reduktif

dehalogenasi, yaitu mereduksi pembelahan satu ikatan karbon-klorin untuk menghasilkan ion klorida dan senyawa radikal triklorometil. Senyawa radikal triklorometil selanjutnya menjadi diklorokarben ( $\text{CCl}_2$ ) yang dapat mengikat komponen jaringan secara ireversibel atau bereaksi dengan air untuk membentuk formilklorida ( $\text{HCOCl}$ ) yang terurai menjadi karbon monoksida. Selain itu, senyawa radikal triklorometil bisa langsung mengikat lipid dan protein. Senyawa radikal triklorometil selanjutnya menjadi senyawa radikal triklorometil peroksida dimana senyawa ini merupakan inisiator primer dalam peroksidasi lipid (US EPA, 2010).

Karbon tetraklorida merupakan senyawa halogen yang menghasilkan radikal bebas termasuk ROS selama proses metabolisme (Kim, 2015). Dimana produk radikal bebas menurut Ahmed (2013) menyebabkan lipid peroksidasi yang merupakan salah satu faktor terbesar yang menyebabkan kerusakan pada membran sel. Pemberian  $\text{CCl}_4$  secara akut maupun kronik pada hewan coba dapat menyebabkan peroksidasi lipid yang menghasilkan MDA (Ahmed, 2013).

### 2.3 Stress Oksidatif

Stres oksidatif merupakan suatu keadaan ketidakseimbangan jumlah radikal bebas oksidan dan antioksidan dalam tubuh. Keadaan ini disebabkan oleh peningkatan produksi radikal bebas atau penurunan antioksidan endogen tubuh. Stres oksidatif yang berkelanjutan dapat menyebabkan kerusakan mulai dari tingkat sel hingga tingkat organ bahkan menimbulkan penyakit (Subrandate,

2016). Stres oksidatif timbul akibat reaksi metabolik yang menggunakan oksigen dan mengakibatkan gangguan pada keseimbangan antara oksidan dan antioksidan sel. Definisi stres oksidatif adalah suatu keadaan ketidakseimbangan antara radikal bebas dengan antioksidan, dimana jumlah radikal bebas lebih banyak bila dibandingkan dengan antioksidan (Suarsana, 2013).

Jika produksi radikal bebas melebihi dari kemampuan antioksidan intrasel untuk menetralkannya maka kelebihan radikal bebas sangat potensial menyebabkan kerusakan sel. Seringkali kerusakan ini disebut sebagai kerusakan oksidatif, yaitu kerusakan biomolekul penyusun sel yang disebabkan oleh reaksinya dengan radikal bebas. Adanya peningkatan stres oksidatif berdampak negatif pada beberapa komponen penyusun membran sel, yaitu kerusakan pada lipid membran membentuk malonaldehid. kerusakan oksidatif yang diakibatkan oleh radikal bebas berimplikasi pada berbagai kondisi patologis, yaitu kerusakan sel, jaringan, dan organ pada manusia maupun hewan. Kerusakan ini dapat berakhir pada kematian sel sehingga terjadi percepatan timbulnya berbagai penyakit degeneratif (Suarsana, 2013).

Pada keadaan stres oksidatif konsentrasi radikal bebas diperkirakan meningkat. Peningkatan radikal bebas menyebabkan peoksidasi lipid. Peroksidasi lipid merupakan reaksi oksidasi lipid terus-menerus oleh radikal bebas yang menghasilkan radikal peroksil. Keadaan ini meningkatkan pada marker stres oksidatif seperti malondialdehid (MDA) dan senyawa karbonil. Sebaliknya kadar antioksidan endogen seperti glutathion (GSH) dan superoksida dismutase (SOD) menurun karena terpakai untuk menangkal radikal bebas (Subrandate, 2016).

## 2.4 Terong Belanda sebagai Antioksidan

### 2.4.1 Antioksidan

Senyawa fitokimia merupakan zat alami yang terdapat dalam tanaman yang memberikan cita rasa, aroma dan warna yang khas pada tanaman tersebut. Beberapa khasiat senyawa fitokimia tersebut berfungsi sebagai antioksidan, meningkatkan sistem kekebalan, mengatur tekanan darah, menurunkan kolesterol, serta mengatur kadar gula darah (Sayuti, 2015).

Secara kimia senyawa antioksidan adalah senyawa pemberi elektron (*elektron donor*). Secara biologis, pengertian antioksidan adalah senyawa yang dapat menangkal atau meredam dampak negatif oksidan. Antioksidan bekerja dengan cara mendonorkan satu elektronnya kepada senyawa yang bersifat oksidan sehingga aktivitas senyawa oksidan tersebut dapat di hambat. Antioksidan dibutuhkan tubuh untuk melindungi tubuh dari serangan radikal bebas. Antioksidan adalah suatu senyawa atau komponen kimia yang dalam kadar atau jumlah tertentu mampu menghambat atau memperlambat kerusakan akibat proses oksidasi (Sayuti, 2015).

Antioksidan dapat diartikan sebagai molekul yang mampu menstabilkan atau menonaktifkan radikal bebas sebelum menyerang sel. Antioksidan dapat menghambat atau menunda oksidasi sebuah substrat. Antioksidan endogen dapat dibedakan menjadi antioksidan endogen non-

enzimatik, menurut Shebis (2013) secara garis besar antioksidan dibedakan menjadi antioksidan enzimatik dan non-enzimatik, diantaranya asam urat, glutathione, bilirubin, tiol, albumin, dan faktor nutrisi termasuk diantaranya vitamin dan fenol), dan antioksidan endogen enzimatik (contoh: superoxide dismutase, glutathione peroxidase, dan katalase).

Antioksidan enzimatik dibagi menjadi pertahanan enzimatik primer dan sekunder. Pertahanan primer memiliki tiga enzim yang penting untuk mencegah pembentukan dan menetralkan radikal bebas yaitu (Shebis, 2013):

1. Glutathione peroxidase yang mana enzim ini mendonasikan dua elektron untuk mengurangi peroksidasi oleh pembentukan selenol dan juga mengeliminasi peroksidasi pada substrat yang potensial yaitu reaksi fenton.
2. Katalase yang berfungsi untuk merubah hydrogen peroksida menjadi air dan molekul oksigen. Enzim ini merupakan salah satu antioksidan terpenting dan efisien yang diketahui saat ini. Satu molekul enzim katalase bisa merubah 6 milyar molekul dari hidrogen peroksida
3. Superoxide dismutase yang berfungsi merubah anion superoksida menjadi hidrogen peroksida yang akan digunakan selanjutnya untuk reaksi katalase.

Pertahanan enzim sekunder meliputi glutathione reductase dan glukosa-6-phosphatdehidrogen. Fungsi dari masing-masing enzim tersebut adalah (Shebis, 2014):

1. Glutation reduktase mengurangi glutathione (antioksidan) dari oksidasi yaitu pada reaksi pengurangan dalam pembentukan antioksidan, dan dengan proses penguraian ini, untuk menetralkan lebih banyak radikal bebas
2. Glukosa-6-phosphat berfungsi dalam regenerasi NADPH

Dua enzim diatas berfungsi juga dalam membantu pertahanan enzim primer dan bekerja tidak langsung dalam menetralkan radikal bebas. Antioksidan non-enzimatik memiliki beberapa sub-bagian, yang utama diantaranya: vitamin (A, E, C), enzim ko-faktor (Q10), mineral (zinc dan selenium), asam lemak, melatonin, karotenoid, flavonoid (Shebis, 2013) dan (Zalukhu, 2016). Menurut Sayuti (2015) antioksidan non-enzimatik dibagi menjadi dua yaitu larut lemak dan tidak larut lemak.

1. Antioksidan larut lemak, seperti tokoferol, karotenoid, flavonoid, quinon, dan bilirubin.
2. Antioksidan larut air, seperti asam askorbat, protein pengikat logam.

Dalam kinerja antioksidan enzimatis dan non-enzimatik bekerja sama untuk melindungi sel dan sistem organ dari kerusakan akibat radikal bebas (Shebis, 2013).

Pada orang normal, antioksidan endogen akan menyeimbangkan produksi ROS. Sumber terbanyak antioksidan berasal dari nutrisi terutama golongan fenol (Zalukhu, 2016). Menurut Zalukhu (2016) terdapat beberapa mekanisme kerja antioksidan nutrisi antara lain:

1. Menetralkan radikal bebas

2. Mengurangi konsentrasi peroksidasi dan memperbaiki oksidasi membran lipid
3. Mendorong besi untuk menurunkan produksi ROS
4. Menetralisir ROS melalui metabolisme lipid, asam lemak bebas rantai pendek, dan kelestero ester.

Mekanisme antioksidan yang paling penting adalah reaksi radikal bebas lipid, yang membentuk produk non-aktif. Diantara mekanisme antioksidan (Sayuti, 2015):

Tabel 2.1 Mekanisme Aktivitas Antioksidan

Jenis Antioksidan	Mekanisme aktivitas Antioksidan	Contoh Antioksidan
Hidroperoxide Stabiliser	- Menonaktifkan radikal bebas lipid	Senyawa Fenol
	- Mencegah penguraian hidroperoksida menjadi radikal bebas	
Sinergis	- Meningkatkan aktivitas antioksidan.	Asam Sitrat dan Asam Askorbat
Chelators Logam	- Mengikat berat logam menjadi senyawa non-aktif	Asam Fosfat dan Asam Sitrat
Unsur mengurangi hidroperoksida	- Mengurangi Hidroperoksida	Protein, Asam amino





*Crassifolia*, *Solanum crassifolium*, dan *S. betacea*. Terong belanda termasuk golongan famili *Solanaceae* (Lister, 2005).

Terong belanda dahulu dikenal sebagai pohon tomat karena daging buah terong belanda mirip seperti buah tomat. Terong belanda memiliki 2 varietas yaitu merah dan kuning. Terong belanda merah lebih populer dan lebih umum. Menurut Asvita (2016) terong belanda memiliki tangkai panjang, satu dengan yang lain tumbuhan sendirian atau ada yang berkelompok sebanyak 3-12 tangkai. Terong belanda berbentuk telur merah terang dengan daging buah berwarna kuning-orange sedangkan bijinya berwarna hitam yang dikelilingi dengan lapisan yang mirip seperti agar-agar berwarna keunguan. Bentuk bijinya agak tumpul, bulat dan kecil, tetapi lebih besar daripada biji tomat (Asvita, 2016). Warna merah berkaitan dengan pigmen antosianin sedangkan warna kuning-orange berkaitan dengan karotenoid (Lister, 2005).

Terong belanda dapat dimakan langsung atau dimasak. Tanaman ini berasal dari daerah Peru dan mulai dikembangkan di Indonesia seperti di daerah Bali, Jawa Barat dan Tanah Karo Sumatera Utara. Tanaman ini terkenal di negara New Zealand karena rasa buahnya merupakan kombinasi antara tomat dan jambu biji dan menjadi daya tarik masyarakat New Zealand (Kumalaningsih, 2006).

Terong belanda merupakan sumber makanan dan kulit buahnya dapat dijadikan makanan awetan. Terong belanda memiliki kadar vitamin A, B6, C dan E dan besi yang cukup tinggi. Lister (2005) memaparkan

kandungan vitamin C dalam terong belanda sebesar 34,3 mg/100 g, vitamin B6 0,58 mg/100 g, vitamin E 1,8 mg/100 g, dan vitamin A 700-1300 µg. Vitamin C atau yang dikenal dengan asam askorbat dapat berperan sebagai antioksidan dan memicu produksi kolagen ( menjaga stuktural otot, jaringan pembuluh darah, tulang dan cartilago).

Di bagian dalamnya, buah ini berwarna tebal kekuningan dibungkus oleh selaput tipis yang mudah dikelupas. Rasa buah ini seperti tomat dan teksturnya seperti plum dengan kandungan gizi yang telatif tinggi karena banyak mengandung vitamin A, C dan serat. Lapisan luar dari daging buah banyak mengandung air, sedikit kasar dan sedikit mengandung rasa manis. Biji buah ini keras, berwarna coklat muda sampai hitam. Bentuk biji agak tumpul, bulat dan kecil, tetapi lebih besar daripada biji tomat yang sebenarnya (Asvita, 2016). Dalam penelitian Asvita (2016) bahwa dalam 100 gram terong belanda mengandung kalori, protein, lemak, vitamin, air dan lain-lain seperti pada tabel berikut:

Tabel 2.2 Komposisi Terong belanda dalam 100 g (Asvita, 2016)

Komposisi	Jumlah
Kalori (Kal)	48
Protein (g)	1,5
Lemak (g)	0,3
Karbohidrat (g)	11,30
Kalsium (mg)	0,28-0,38
Besi (mg)	0,3-0,9
Vitamin A (SI)	5600
Vitamin B	0,3-0,14
Vitamin B1 (mg)	0,04
Vitamin C (g)	15-42
Vitamin E (g)	2
Air (gr)	85

Lister (2005) dalam hasil uji kandungan terong belanda melaporkan bahwa kandungan flavonoid dalam terong belanda sebesar 6,4 mg/100g, aktivitas antioksidan sebesar 1659,4  $\mu$ mole/100 g, dan phenolic 29,6 mg/100 g. Atiqah (2014) melaporkan bahwa ekstrak etanol terong belanda memiliki kandungan flavonoid dengan aktivitas antioksidan terbesar dibandingkan tomat cherry kuning, tomat cherry merah dan buah tomat.

Terong belanda terbilang sangat bergizi dikarenakan memiliki kandungan vitamin yang tinggi. Terong belanda mengandung *phytochemical* termasuk  $\beta$ -karoten anthocyanin, flavonol, asam fenolik, dan asam askorbat. Menurut Oktarini (2014) dari hasil identifikasi senyawa flavonoid pada hasil isolat dari kromatografi kolom dianalisis dan diidentifikasi menggunakan spektrofotometri ultra violet-visible dan spektrofotometri inframerah. Sedangkan dari hasil uji fitokimia flavonoid dalam penelitian Asih (2015) terhadap ekstrak hasil partisi Terong belanda menunjukkan positif flavonoid dengan perubahan warna merah muda pada uji Wilstatter, merah pada uji Bate-smith Metcalfe, dan kuning pada uji NaOH 10%.

## 2.5 Diabetes

Diabetes merupakan penyakit yang jumlah penderitanya terus meningkat di setiap negara tiap tahunnya. Pada tahun 2013 sebanyak 382 juta orang mengalami penyakit diabetes dan diperkirakan akan meningkat sebanyak 592 juta

orang pada tahun 2035. Disebutkan juga Indonesia menempati urutan ke 7 dunia dalam prevalensi diabetes dengan jumlah 8,5 juta orang pada tahun 2013 dan diprediksi akan naik menempati urutan ke 6 pada tahun 2035 dengan jumlah 14,1 juta orang. Diabetes dibagi menjadi dua tipe, tipe 1 dan 2 dimana diabetes tipe 2 memiliki prevalensi terbanyak sebesar >85% dari total prevalensi diabetes. Tingginya angka morbiditas dan mortalitas menyebabkan penurunan angka harapan hidup. Hal ini menjadikan penyakit diabetes merupakan masalah kesehatan masyarakat yang penting (Forouhi, 2014). Okoh (2014) menyatakan salah satu risiko dari penyakit diabetes diantaranya adalah karena kerusakan integritas sel yang disebabkan oleh radikal bebas.

